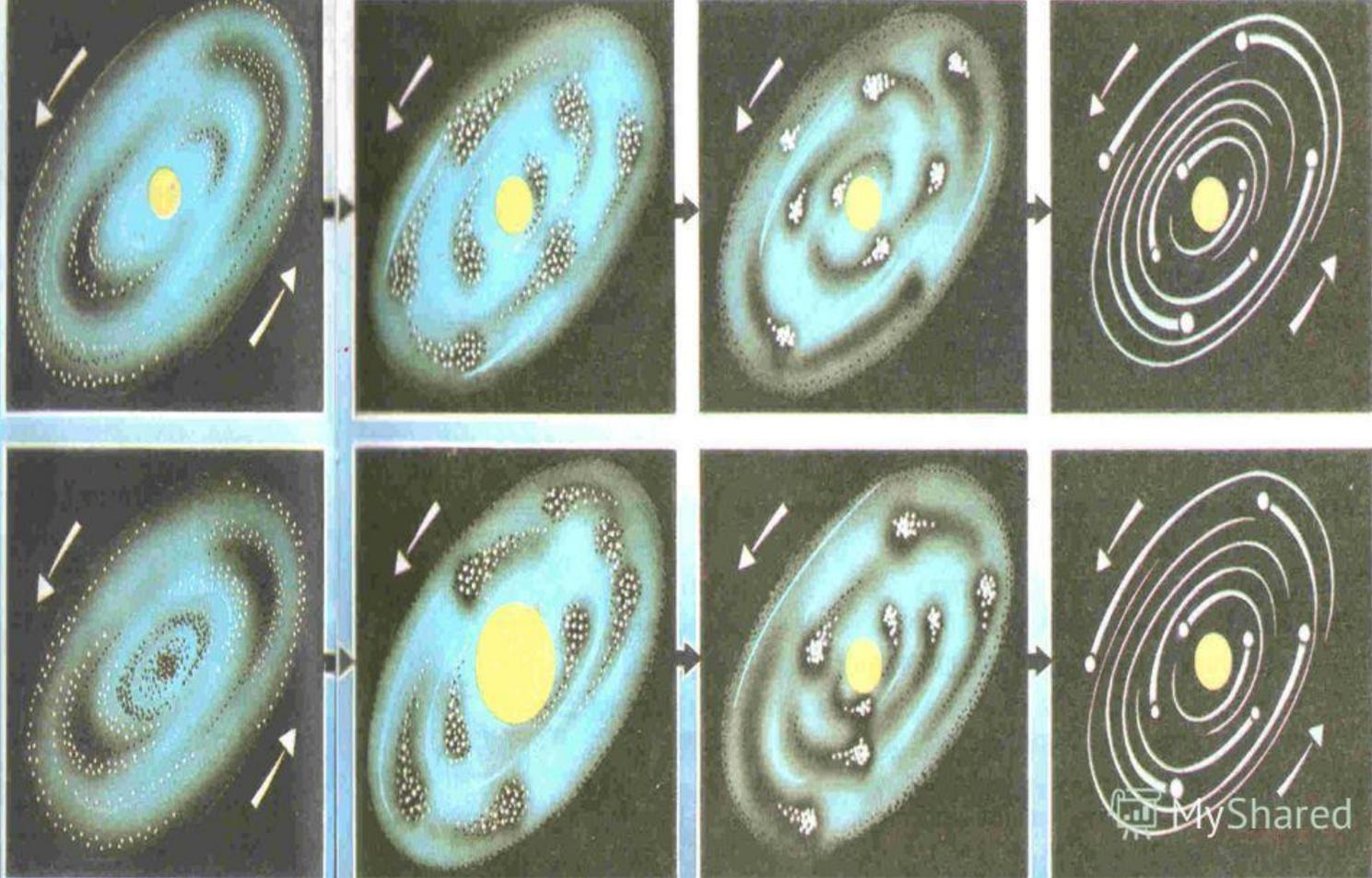


Гипотезы происхождения Земли

Гипотеза Канта-Лапласа



Солнечная система: **раскаленная газопопылевая туманность** – вращение вокруг **плотного ядра** – **сплющивание у полюсов** – **огромный диск** – **расслоение на отдельные газовые кольца** – их сгущение в **газовые сгустки** – **вращение вокруг своей оси** – **остывание** – **планеты**, а **кольца** вокруг них – в **спутники**. Основная часть туманности в центре **не остыла** – **Солнце**.



**О. Ю. Шмидт: Солнце – захват
твердых частиц из скопления –
их движение вокруг Солнца –
сгустки – планеты – распад РЭ
– разогрев Земли**



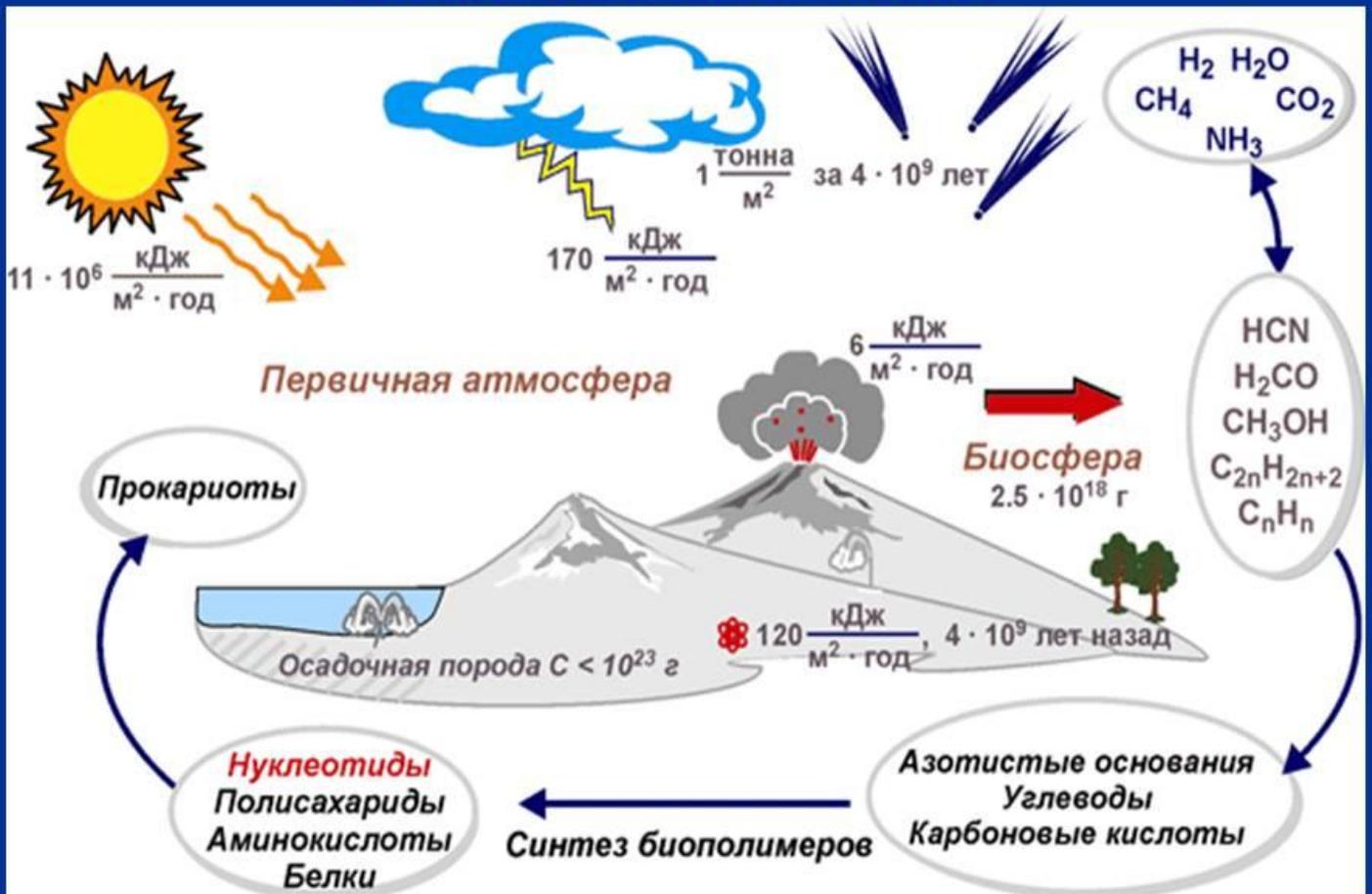
**В. Г. Фесенков: планеты – «дети
молодого Солнца».
Оно – вращаясь и сгущаясь –
горячие вихревые сгущения –
будущие планеты.**

Гипотезы происхождения жизни на Земле

Направления:

- 1. А. И. Опарин, Дж. Бернал:**
вначале Земля *безжизненна* – *абиогенный синтез* органических соединений (2 млрд. лет) – *живое* вещество.

Химический этап



2. **В. И. Вернадский, Л. С. Берг, Л. А.**

Зенкевич – ЖИЗНЬ возникла **в космосе**:

- 3-4 млрд. лет недостаточно (до 10 млрд.),
- в докембрии следы жизни скрыты геологическими процессами,
- организмы не имели твёрдого скелета.

«Мы не нашли указаний на время, когда живого вещества на нашей планете не было. Жизнь на ней геологически вечна» (В. И. Вернадский).

Древнейшая жизнь – гетеротрофные бактерии (пищу и энергию – от органики абиогенного происхождения) – **более 4 млрд. лет** назад.



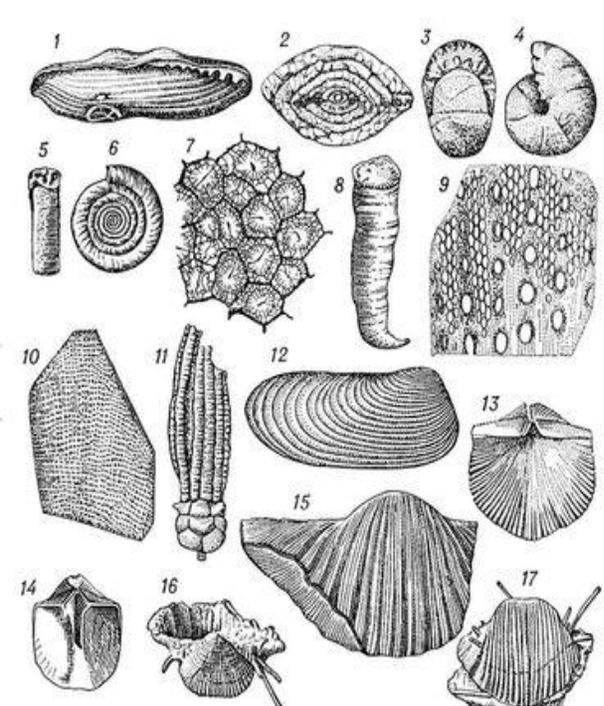
Признаки существования организмов в прошлом:

- *морфологические.*

Окаменение (фоссилизация) остатков:
животных, растений, микроорганизмов (в коллоидах).
Окремнение, карбонатизация.

Строматолиты (мелководные биогермы) –
деятельность сине-зеленых водорослей и бактерий.

Микрофоссилии. Отложения Западной Австралии –
до 3,5 млрд. лет.



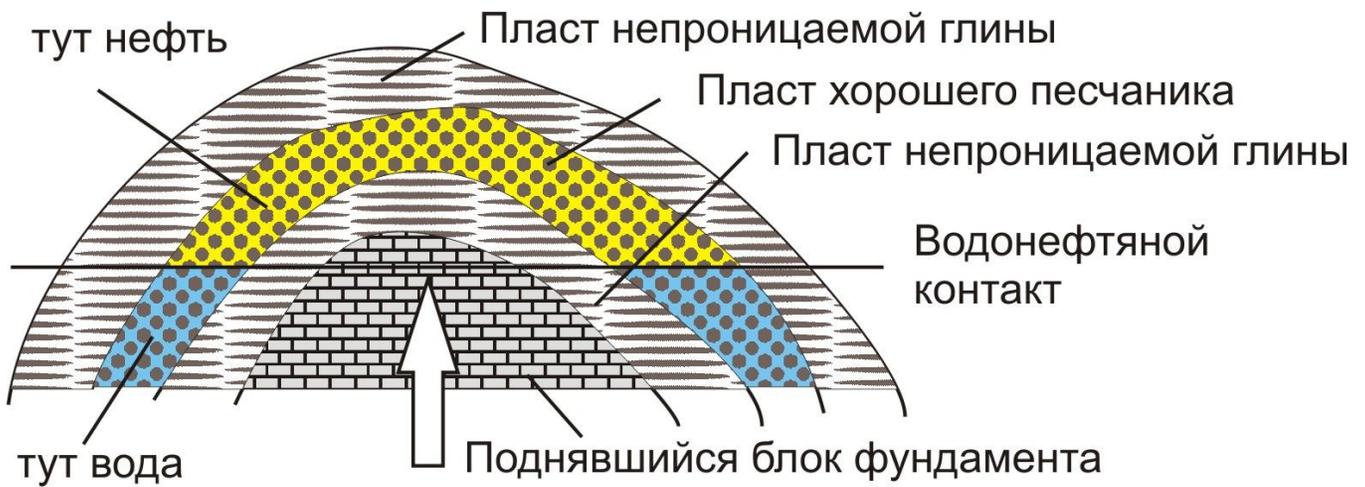
Строматолиты плато
Анабар

Современные
строматолиты
Австралии

- биохимические – в химических соединениях осадочных горных пород.

Биологическая органика – рассеянная – гидролиз – нефть.

Докембрийские породы – метаморфизм органики – **графит, шунгит**.



- изотопно-геохимические.

Изотопные методы – следы жизнедеятельности – в самых древних.

Сера: изотоп ^{32}S – формирование сероводорода H_2S , изотоп ^{34}S – бактериальная сульфатредукция в древних водоемах. Рассматривается отношение $^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$. **Железистые кварциты КМА.**



Дж.-1



Первичная биожизнь:

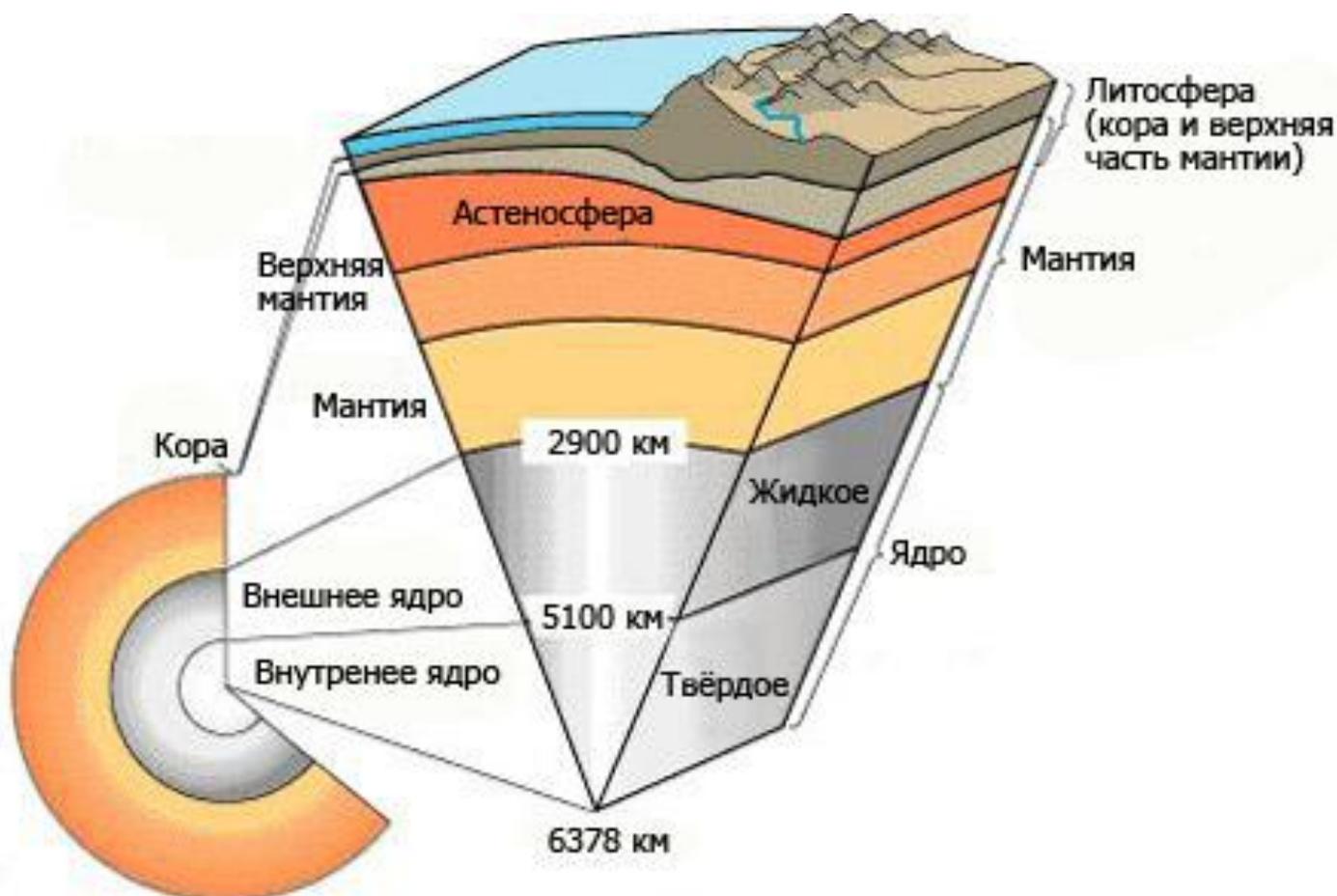
- в водной среде,
- *гетеротрофные* – питались органикой, возникшей в *космохимических* условиях (1% вещества Земли – материал типа *углистых хондритов*),
- гетеротрофные – размножение – дефицит питательной базы – переход к *автотрофному* (фотосинтез) питанию,
- нет свободного кислорода – облучение ультрафиолетовой радиацией Солнца,
- *автотрофные* – создание свободного кислорода,
- возникновение *озонового* экрана – использование излучения в видимой части спектра.

Химическая эволюция (каталитические реакции с образованием молекул ДНК).

Почему лишь на Земле:

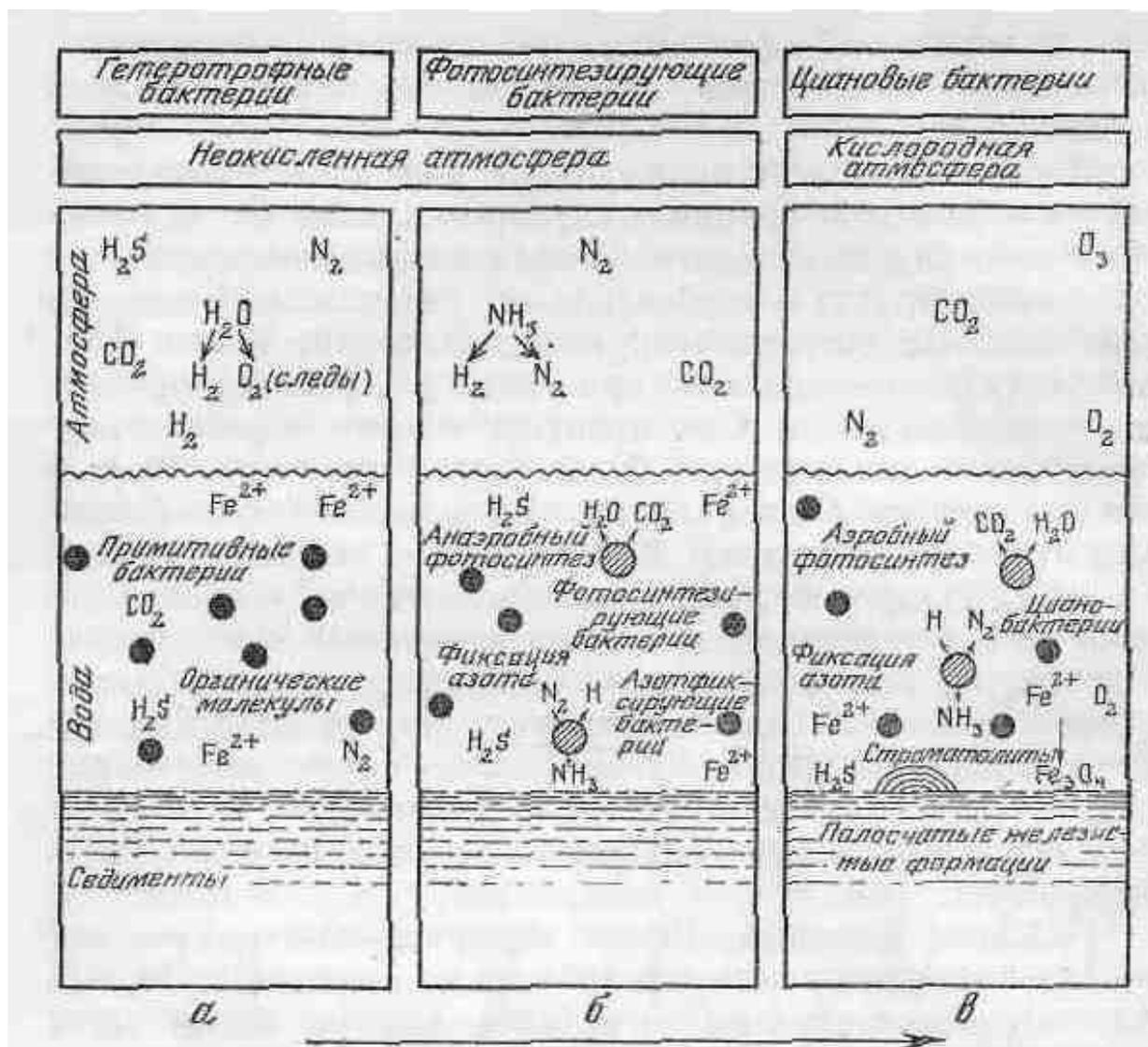
- развитие живого вещества – ранняя биосфера как сочетание благоприятных условий (атмосфера, гравитация),
- *на других* планетах – эволюция *заморожена*.

Первичная атмосфера и гидросфера – с дегазацией первичной мантии.



Развитие биосферы – три этапа:

- **восстановительный** (космос – Земля): гетеротрофная биосфера (малые сферические анаэробы) – следы свободного кислорода, фиксация азота (ультрафиолет разлагал аммиак),
- **слабоокислительный**: предки цианобактерий – появление фотосинтеза; кислород – строителями строматолитов, но – связывался **железом** (до завершения образования железистых формаций),
- **окислительный** (2-1,8 млрд. лет назад): развитие фотоавтотрофной биосферы – кислорода достаточно для дыхания животных.



Р и с. 13. Жизнь в раннедокембрийской биосфере

а – первые живые клетки, представленные сферическими анаэробами; б – ранний анаэробный способ фотосинтеза; в – аэробный фотосинтез

Догеологический, или азойский этап развития Земли (4,6-4,0 млрд. лет назад).

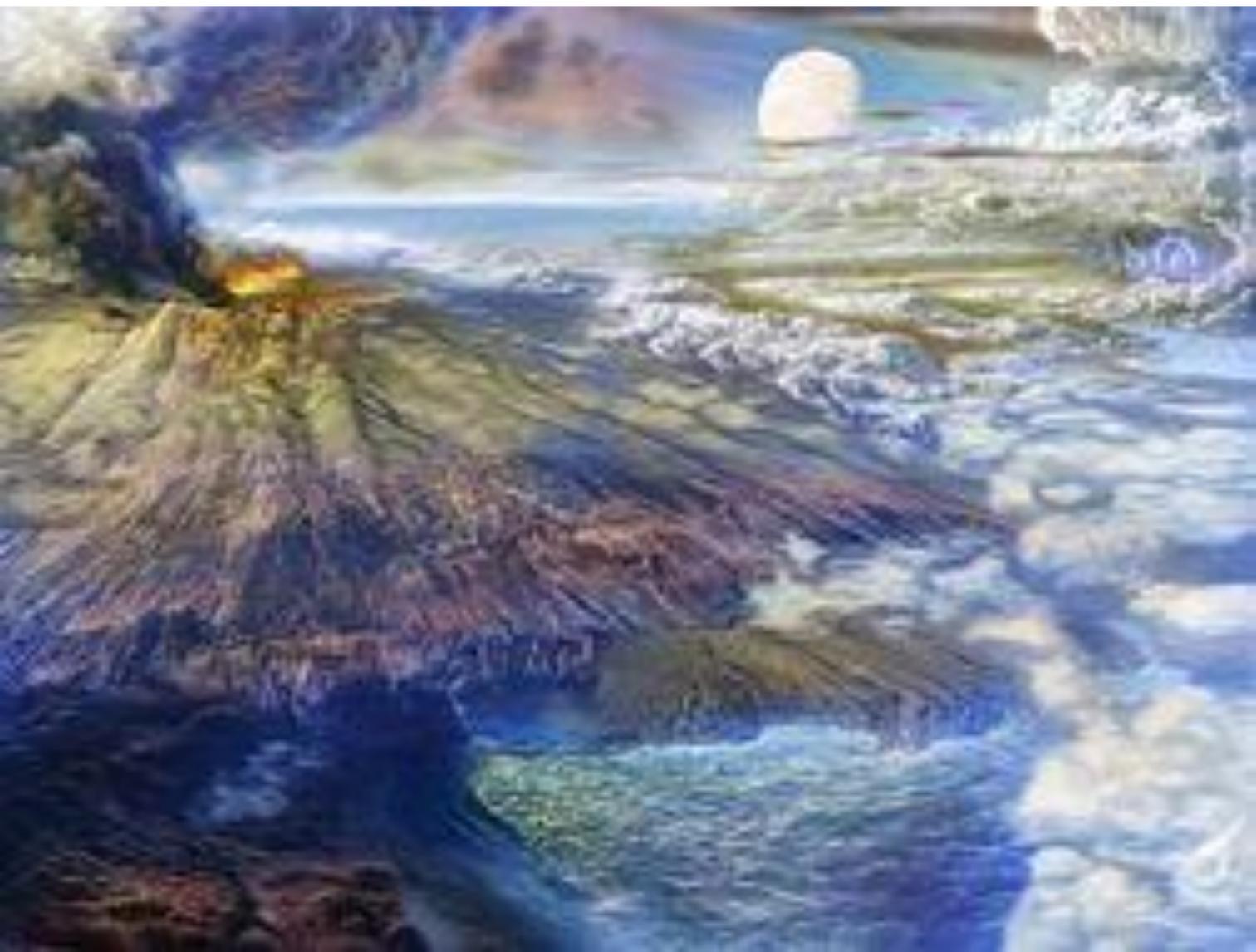
Газо-пылевая туманность.

Аккреция. Разогрев, бомбардировки.

Расслоение Земли на оболочки (фаза первичной коры, или лунная).

Дегазация мантии – первичные атмосфера и гидросфера.

Атмосфера: пары сероводорода, аммиака, угарного газа; нет кислорода; ультрафиолетовое излучение.



Жизнь: гетеротрофные – переход к **автотрофному** питанию – появление кислорода.

Понятие **«единого живого вещества»** – саморегулирующаяся система: клетки – контакт со всеми химическими элементами – выбор «благоприятных» элементов.

Сравнение атмосфер первичной Земли и Венеры

Таблица 10. Атмосфера Земли и Венеры

Компонент	Земля		Венера
	Сейчас	Первоначально *	
N ₂ , %	78	1,5	1,8
O ₂ , %	21	Следы	Следы
Ar, 10 ⁻⁴ %	9000	190	200
CO ₂ , %	0,03	98	98
H ₂ O, км **	3	3	Следы
Давление, бар	1	70 ***	80±3

* Первичный вариант Земли соответствует условиям отсутствия фотосинтеза и карбонатов на Земле.

** Средняя глубина Мирового океана.

*** Для карбоната углерода с распространенностью 9·10²² г.

Раннеархейский этап, или катархей (4,0-3,5 млрд. лет назад)

Формирование протоконтинентальной коры.

Ядра будущих *материков*.

Начало фотосинтеза.

Жизнь: первые *прокариоты* (бактерии и сине-зеленые) - не обладают клеточным ядром и хромосомным аппаратом (наследственность – через ДНК).

Давление воздуха – не менее 2-3 атм.

Температура – от 70С до 100С.

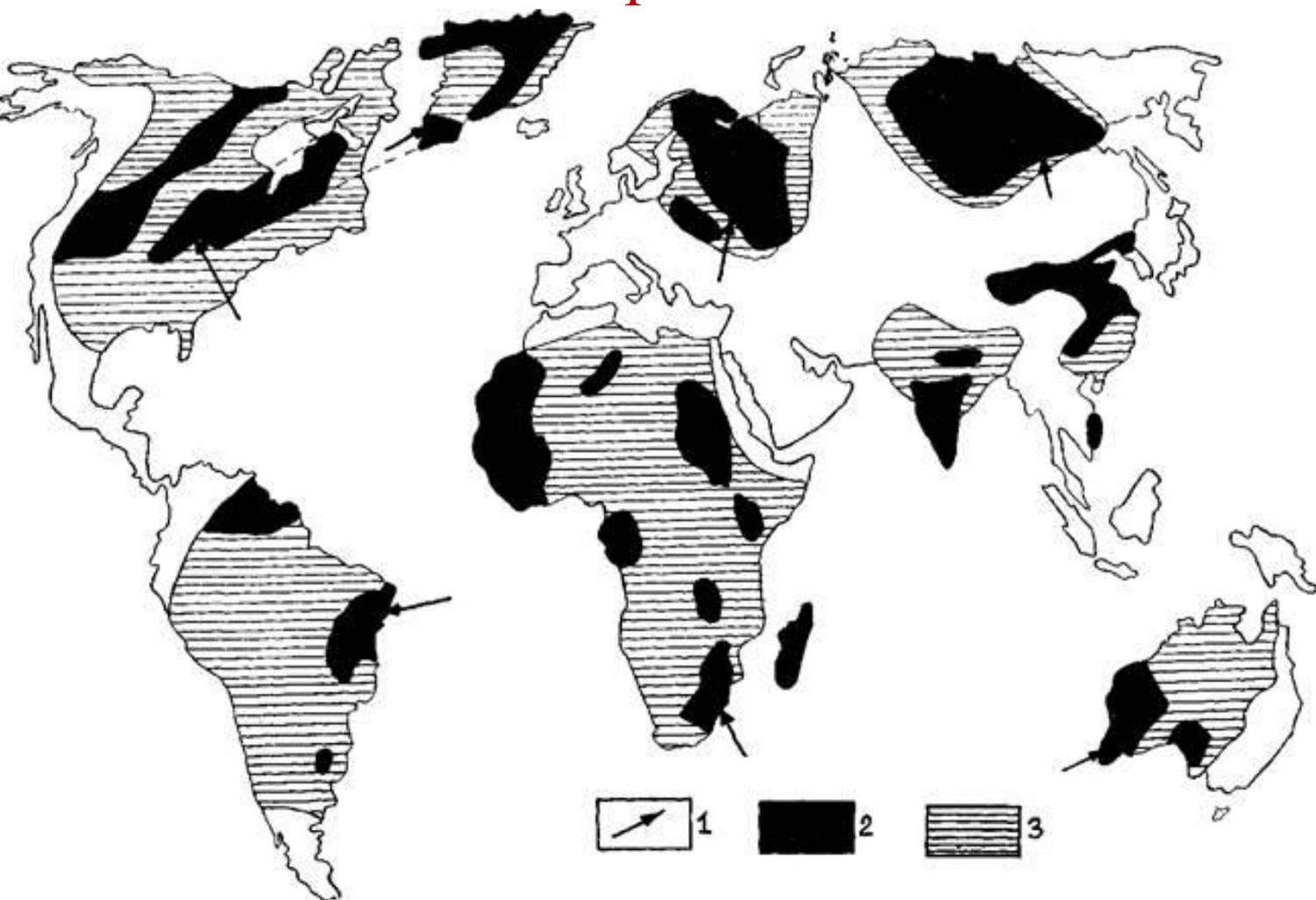


Средне-позднеархейский этап

(3,5-2,5 млрд. лет назад)

Кратонизация : зеленокаменные (базальт-ультраосновные) пояса – к ядрам коры – переплавление – гранит-зеленокам.области.

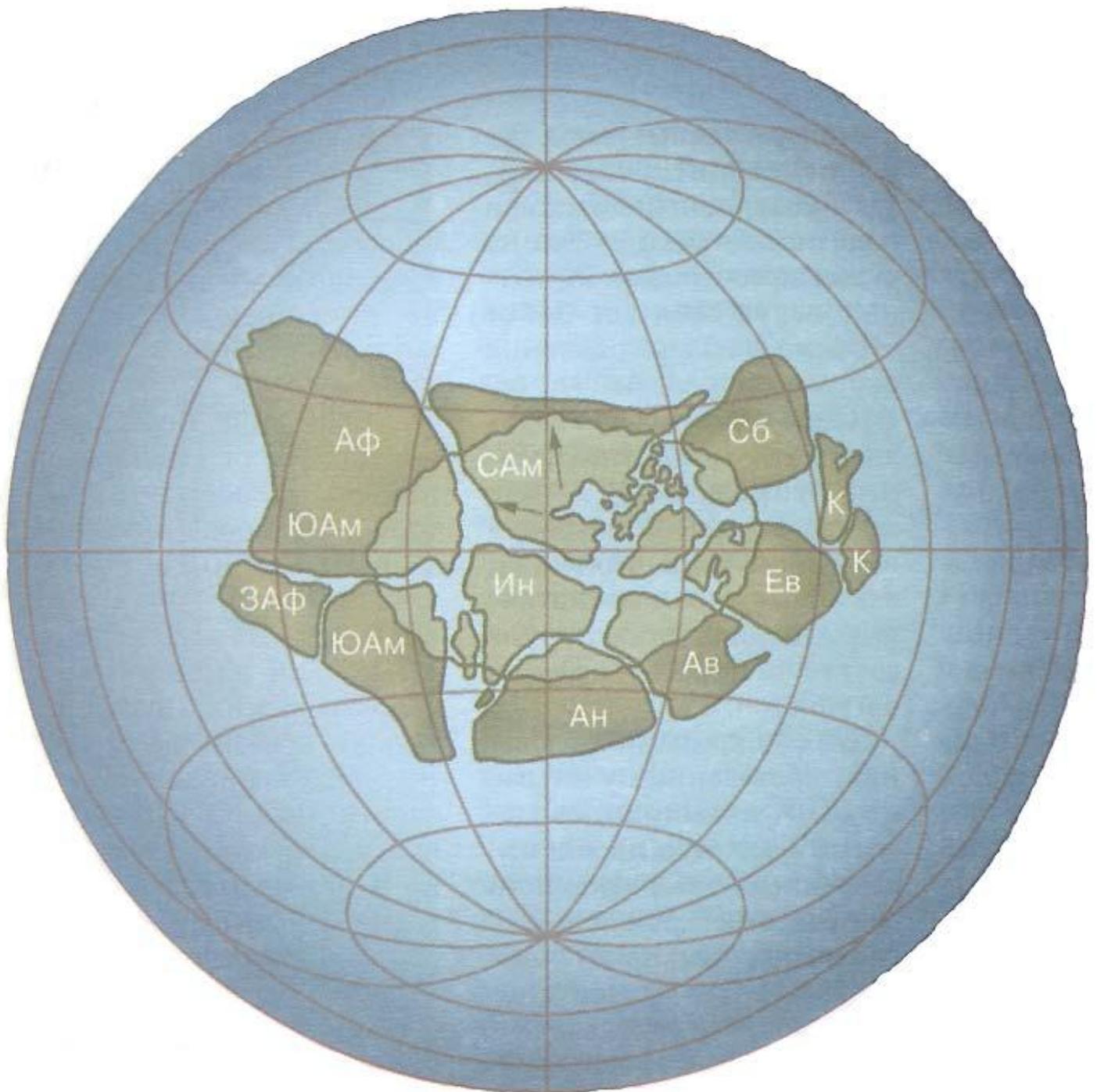
Складчатость (карельская) – 2,6 млрд. лет назад. **Мощность коры** – до 30-35 км.



Архейские протоплатформы и раннепротерозойские подвижные пояса в составе фундамента древних платформ (по В. Е. Хаину):

1 — стрелки показывают местонахождение «серых гнейсов» — древнейшей континентальной коры; 2 — архейские прото платформ; 3 — раннепротерозойские подвижные пояса

Атмосфера – **слабоокислительный этап**:
снижается содержание метана, аммиака,
водорода, **накопление** углекислого газа,
образование **кислорода** – **связывался железом**.
Мировой океан **Панталасса** – хлоридный раствор с
сульфатами (соленость 1 %); к концу – карбонатно-
хлоридный. Известняки. **Строматолиты**.
Первый «архипелаг» **Археогейя** (первая Пангея).



Раннепротерозойский этап

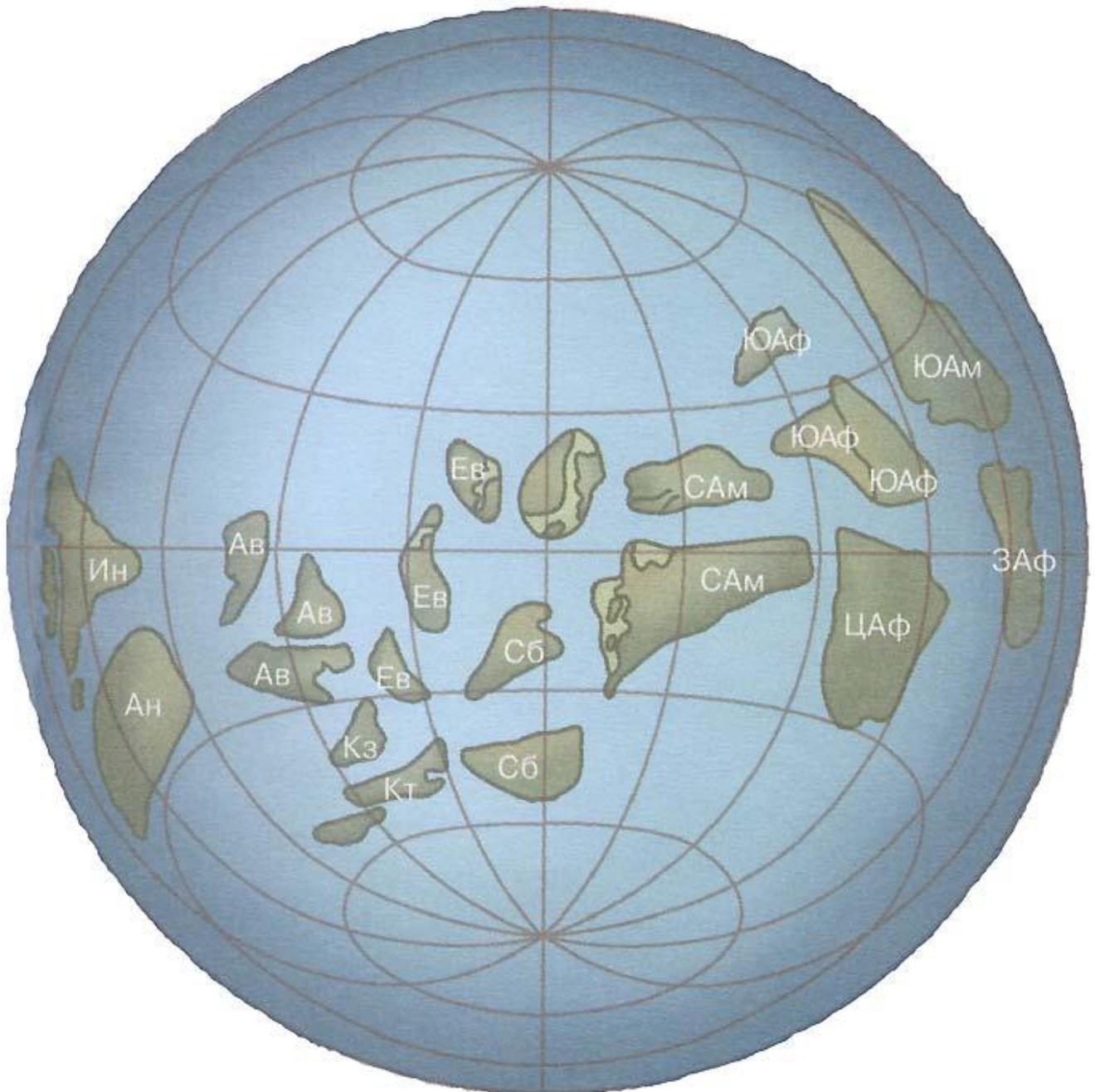
(2,5-1,7 млрд. лет назад)

Этап формирования *фундаментов древних платформ*, первых *геосинклинальных прогибов* и *разрастания* континентальной коры.

2,2 млрд. лет назад – **распад Археогей.**

2 млрд. лет назад – складчатость.

Жизнь – основной фактор развития.

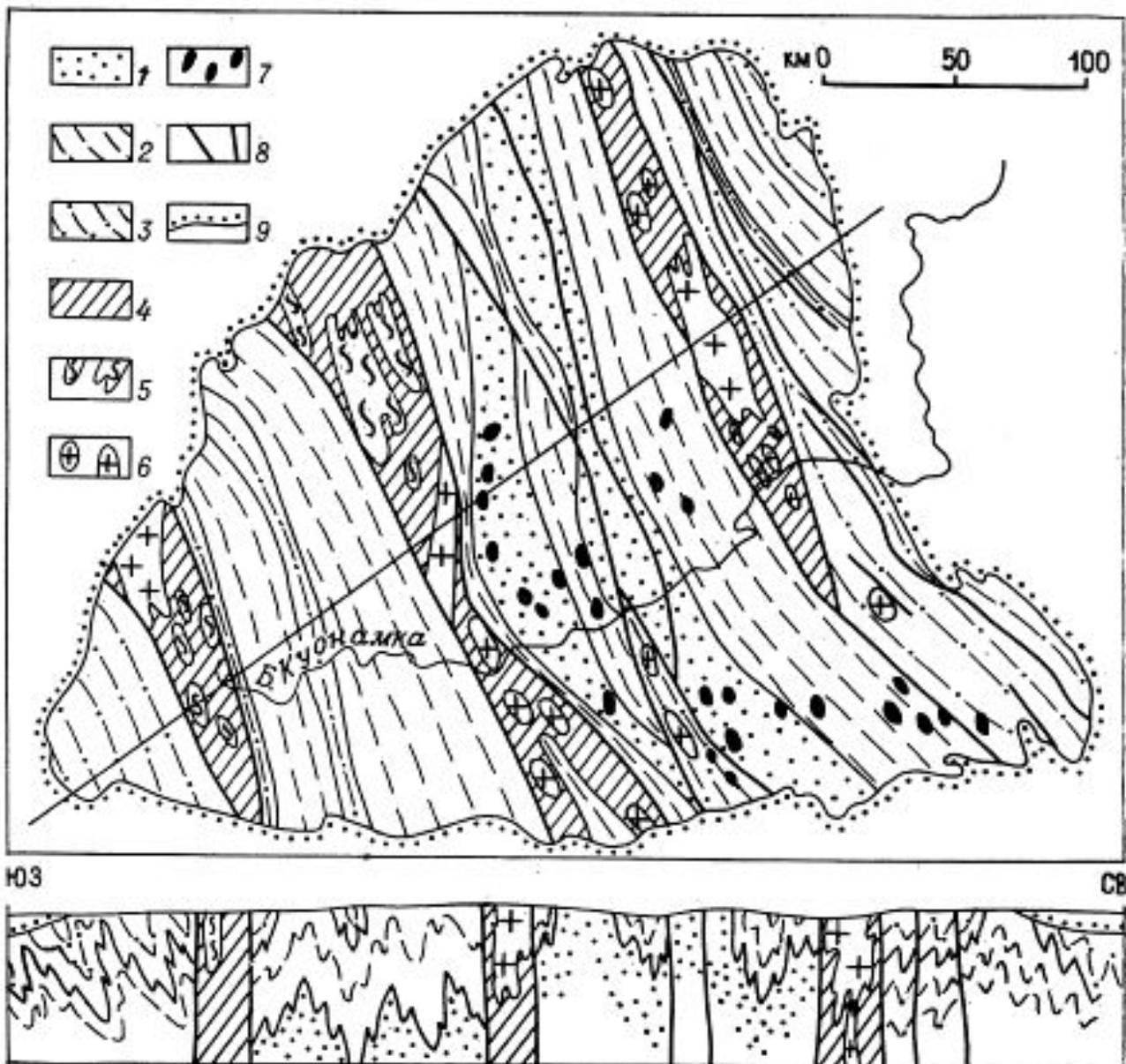


Образование пород:

1) в подвижных поясах: интенсивное **прогибание**, **излияние** базальтовых и более кислых лав, кремнисто-глинистые и песчанистые толщи, железистые кварциты. В Африке – **золотоносные и ураноносные конгломераты**, на Восточно-Европейской платформе – **железорудные формации**;

2) в пологих структурах или **грабенах** (протоплатформенный чехол).

Проявления складчатых, метаморфических процессов, гранитизации – **сформирован фундамент древних платформ (кратонов)**.



Начало: снизилась плотность атмосферы, температура – до упала до 50-70С.

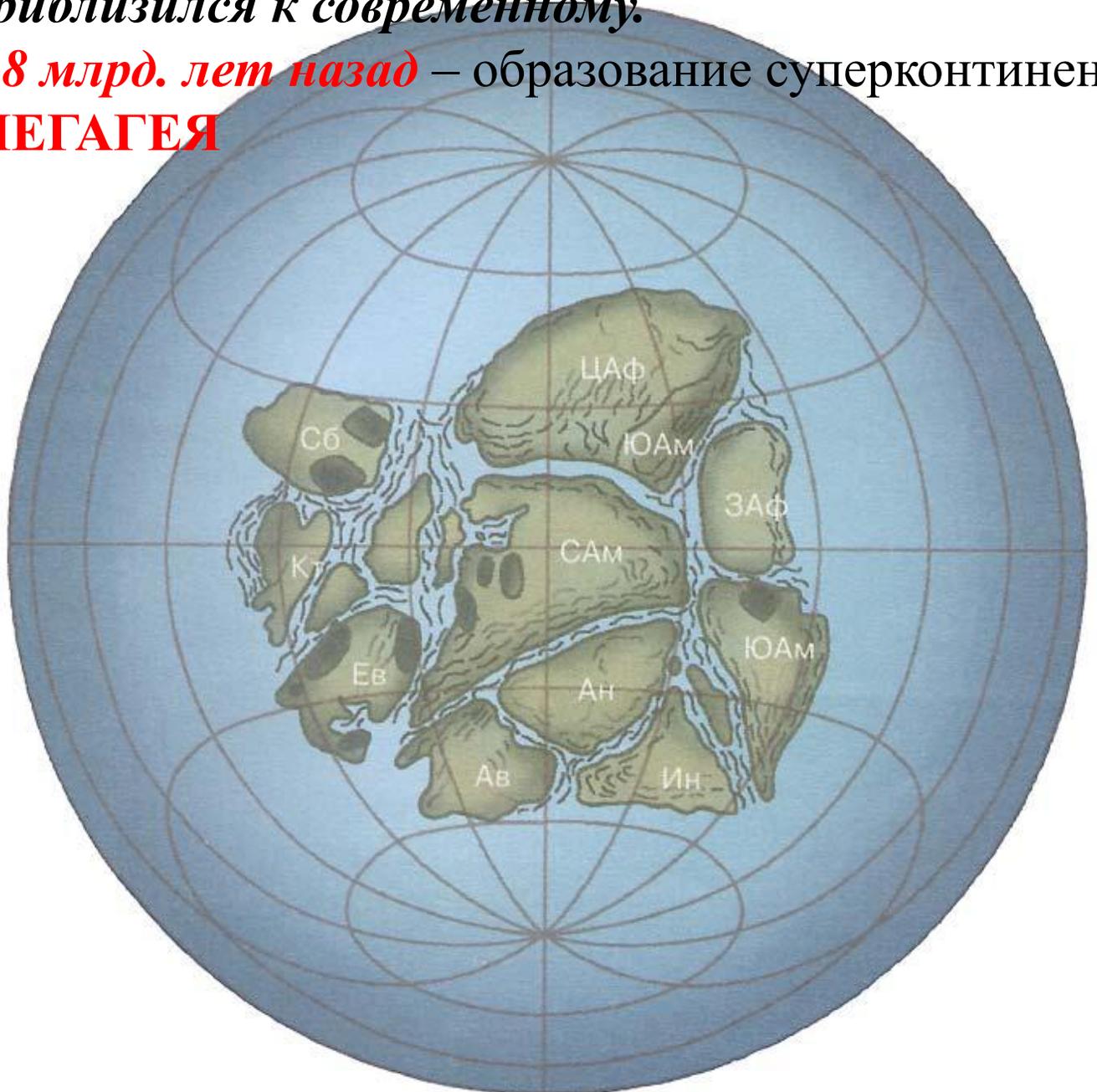
Соленость океана – 2-3%, 45-55С, состав – похож на современный.

Развиты **прокариоты** – сине-зеленые водоросли: широкое распространение **строматолитов**.

1,9 млрд лет назад – появление эукариотов.

1,8-2 млрд. лет назад – начало окислительного этапа; уровень кислорода в атмосфере – приблизился к современному.

1,8 млрд. лет назад – образование суперконтинента **МЕГАГЕЯ**



Позднепротерозойский этап

(1,7-0,6 млрд. лет назад)

Рифей и венд. Н. С. Шатский

Шкала докембрия (РЄ)

АКРОН	ЭОН	ЭРА	ПЕРИОД	ЭПОХА	
Протерозойский PR	Позднепротерозойский PR ₂ (1650–535)	Рифейский RF	Вендский V (600–535)	Поздняя V ₂	
				Ранняя V ₁	
			Позднерифейская (каратавий) RF ₃ (1030–600)		
			Среднерифейская (юрматиний) RF ₂ (1350–1030)		
			Раннерифейская (бурзяний) RF ₁ (1650–1350)		
		Раннепротерозойский PR ₁ (карелий KR) (2500–1650)	Позднекарельская KR ₂ (2100–1650)		
Раннекарельская KR ₁ (2500–2100)					
Архейский AR	Позднеархейский AR ₂ (лопий LP) (3150–2500)			Позднелопийская LP ₃ (2800–2500)	
				Среднелопийская LP ₂ (3000–2800)	
				Раннелопийская LP ₁ (3150–3000)	
	Раннеархейский AR ₁ (саамий SM) (3500–3150)				

Догеологический этап с 4,6–4,7 до 3,5 млрд лет

Глобальная перестройка литосферы: кора океанического типа – в кору материковую.

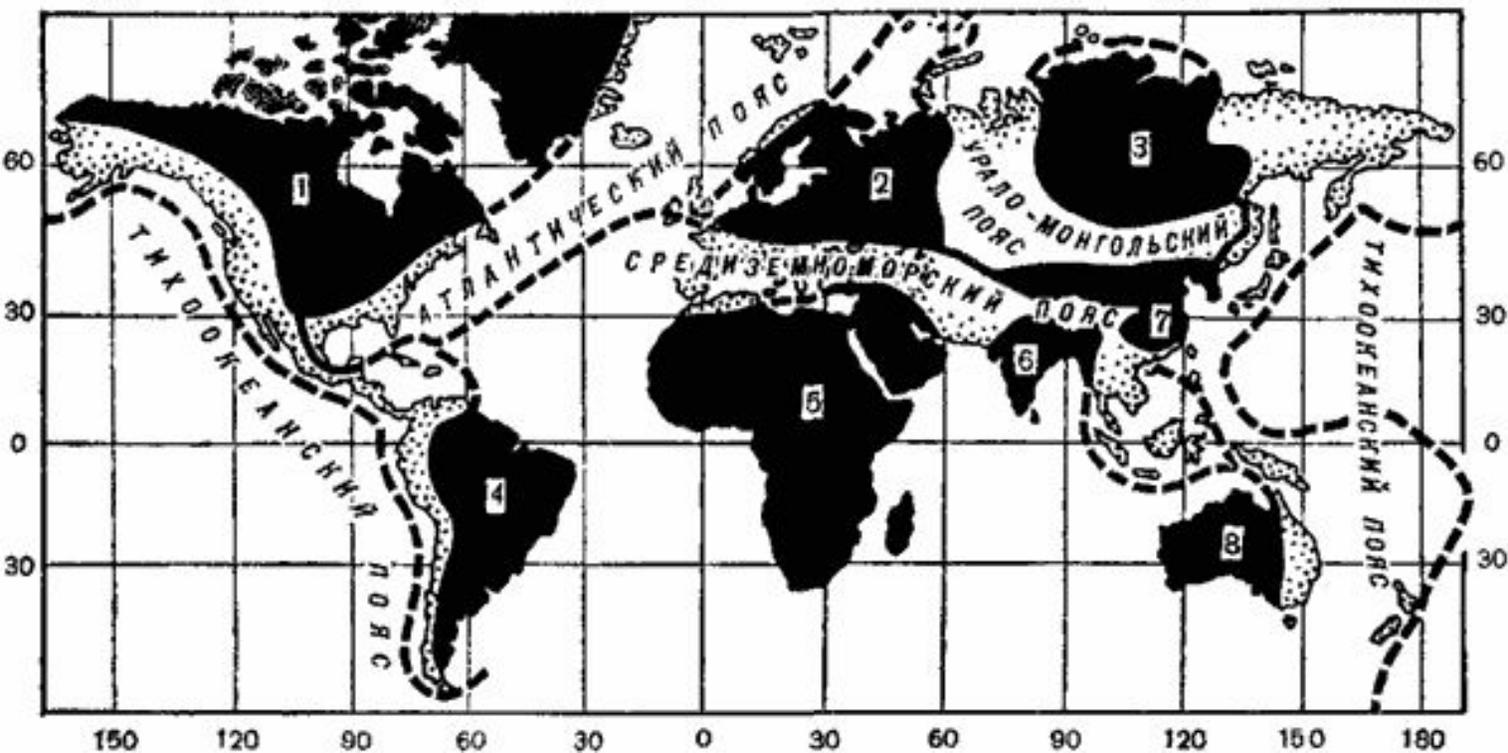
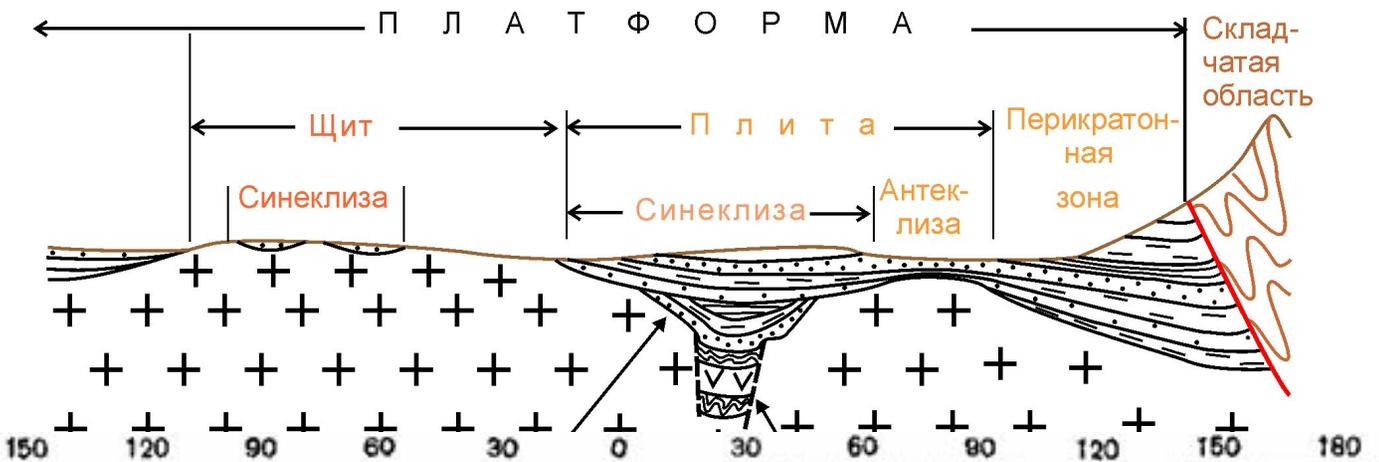
Древние платформы:

- **рифей** – авлакогенный (орогенный) этап,
- **венд** – начало формирования платформенного (плитного) чехла.

Месторождения: 66 % запасов **Fe**, 50 % запасов **Mn**, **Cu**, **U**, **Ti**, многочис. месторождения **Cr**, **Ni**, **Co**, **Pb**, **Zn**, **Ag**, **Au**.

Заложение подвижных геосинклинальных поясов

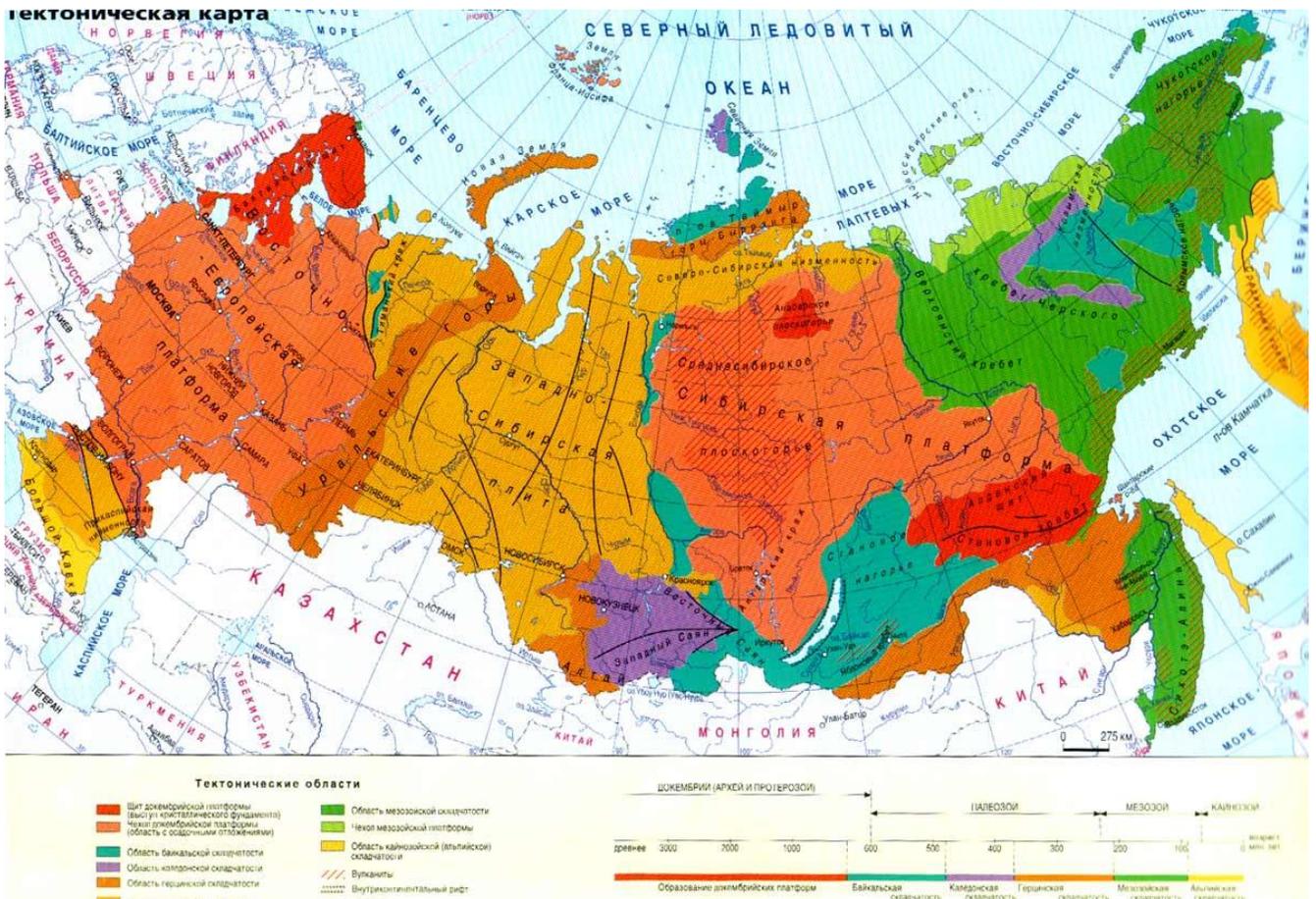
Среднегодовые температуры рифея – **33С–45С**.



Байкальская складчатость

1,2-0,5 млрд. лет назад

- вокруг озера Байкал, Тимано-Печорская область, Северный Таймыр, Енисейский кряж.



1,4 млрд. лет назад – **конец** господства прокариот, появление планктонных одноклеточных **эукариот**

(«акритарх»).

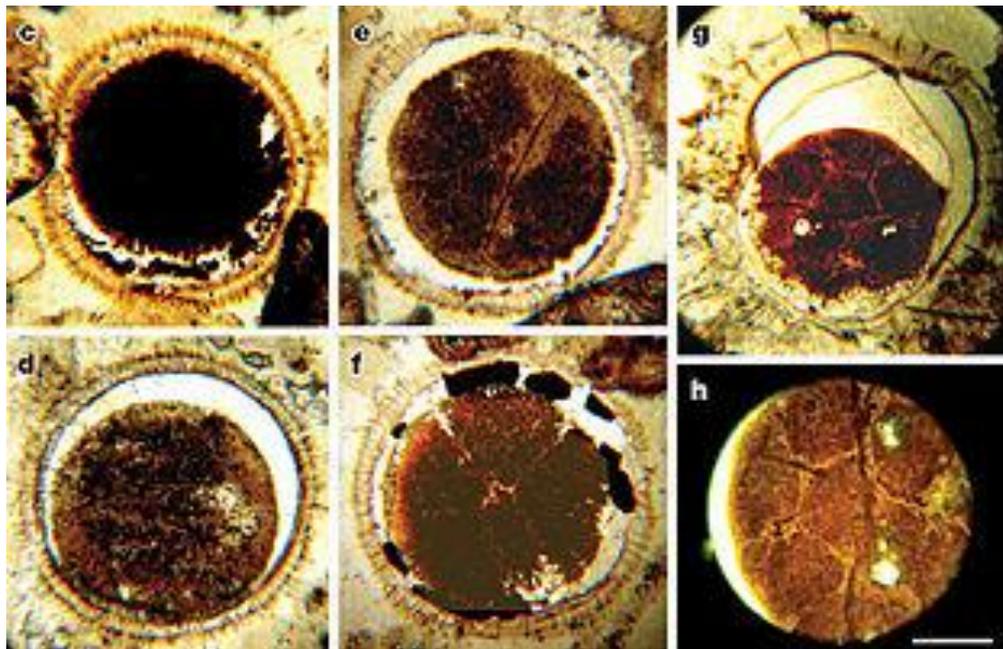
Капсулы

шарообразной, эллиптической

или дискоидальной формы.

От 8-500 мкм

до 1 мм.

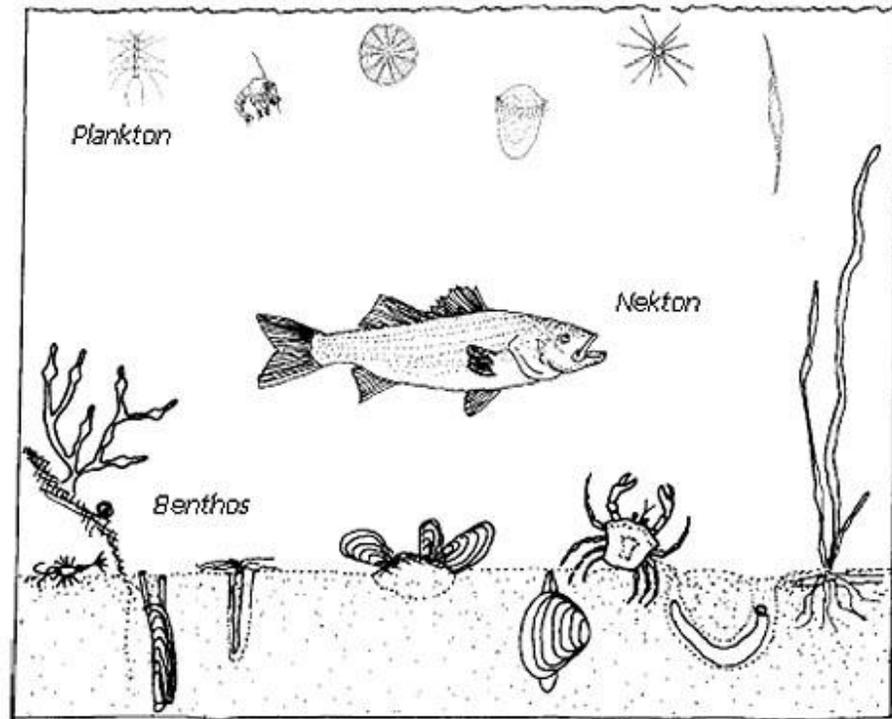


1,3 млрд. лет назад – зарождение *многоклеточных* растений и животных.

Нектон – активно плавающие

Бентос – обитающие на морском дне

Планктон (*планос*, блуждающий) – дрейфующие или малоподвижные



Растения – **водоросли**: гигантский *генератор* свободного *кислорода*.

Сине-зелёные – жгутиковые – **зелёные**.

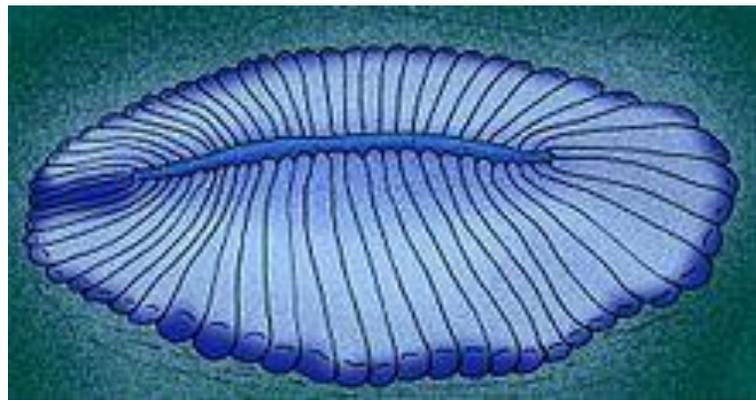


Поздний рифей (900-600 млн. лет)

Червеобразные (плоские и кольчатые)

многоклеточные животные

Членистоногие (Precambrium), **грибковые**



**Многощетинковая
ДИКИНЗОНΙΑ**

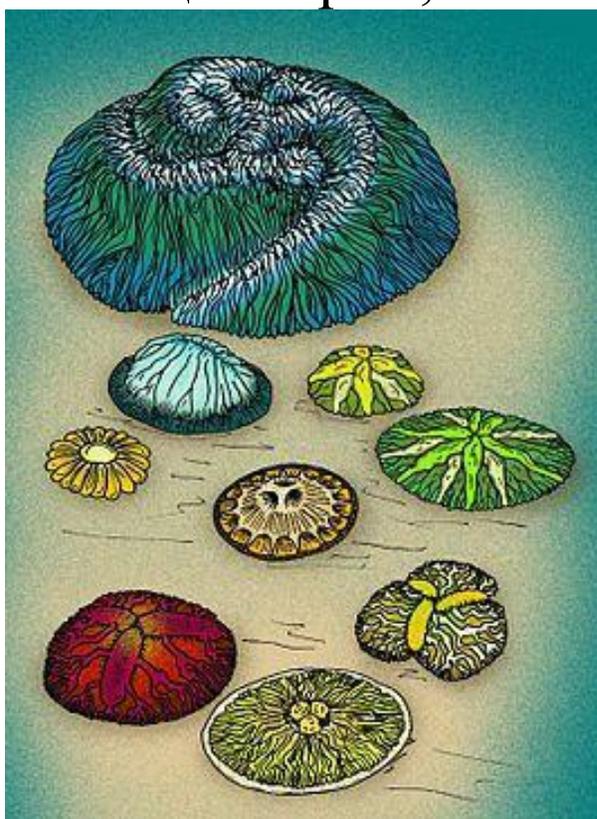


Венд

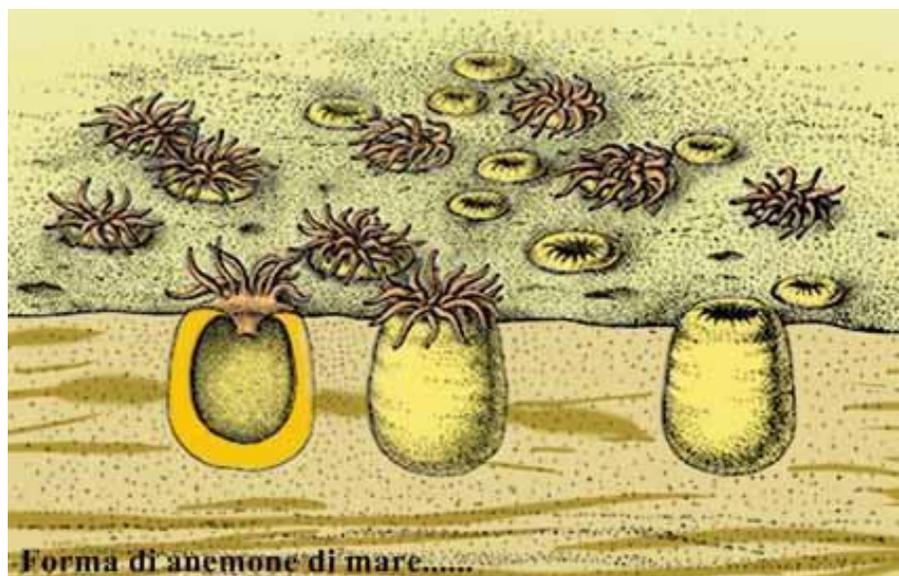


Кишечнополостные, или *радиальные* (лат. Coelenterata, Radiata)

Мягкотелые *медузоподобные*, «парившие» в толще воды, и прикрепленные *полипоидные* (одиночные или колониальные), напоминающие современных альционарий, или морские перья.



Trilobozoa



Nemiana

Тип губки (Porifera), класс Spongia

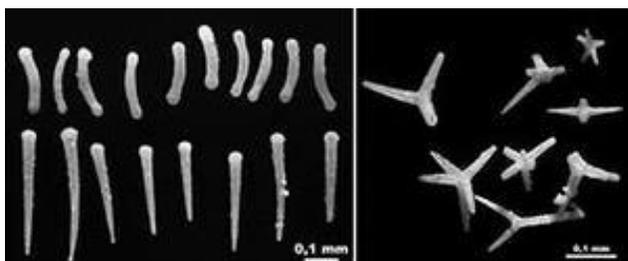
Нет ясно дифференцированных тканей и обособленных органов

Корковые, подушковидные, ковриговидные или комкообразные обрастания и наросты. Спиккулы – игольчатые выросты

Сейчас – 4 отряда: известковистые, шестилучевые (стеклянные), четырёхлучевые и кремнеугольные

Бокал или цилиндр – к субстрату; отверстие – устье (оскулум), сообщающееся с атриальной, или парагастральной, полостью.

Стебельчатые, кустистые



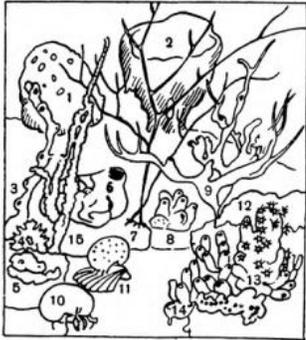
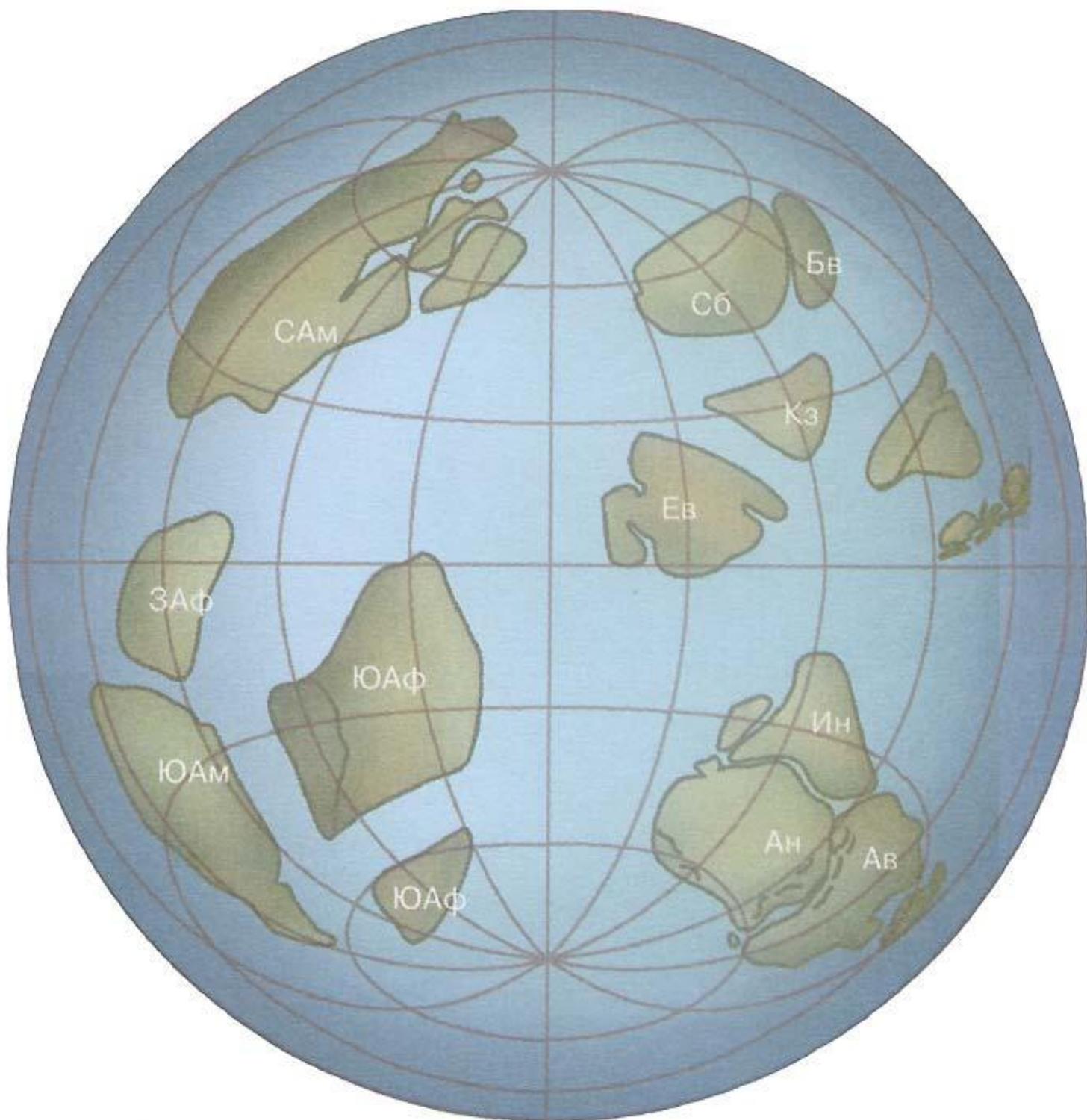


Таблица 5. Поселение губок на дне Средиземного моря:

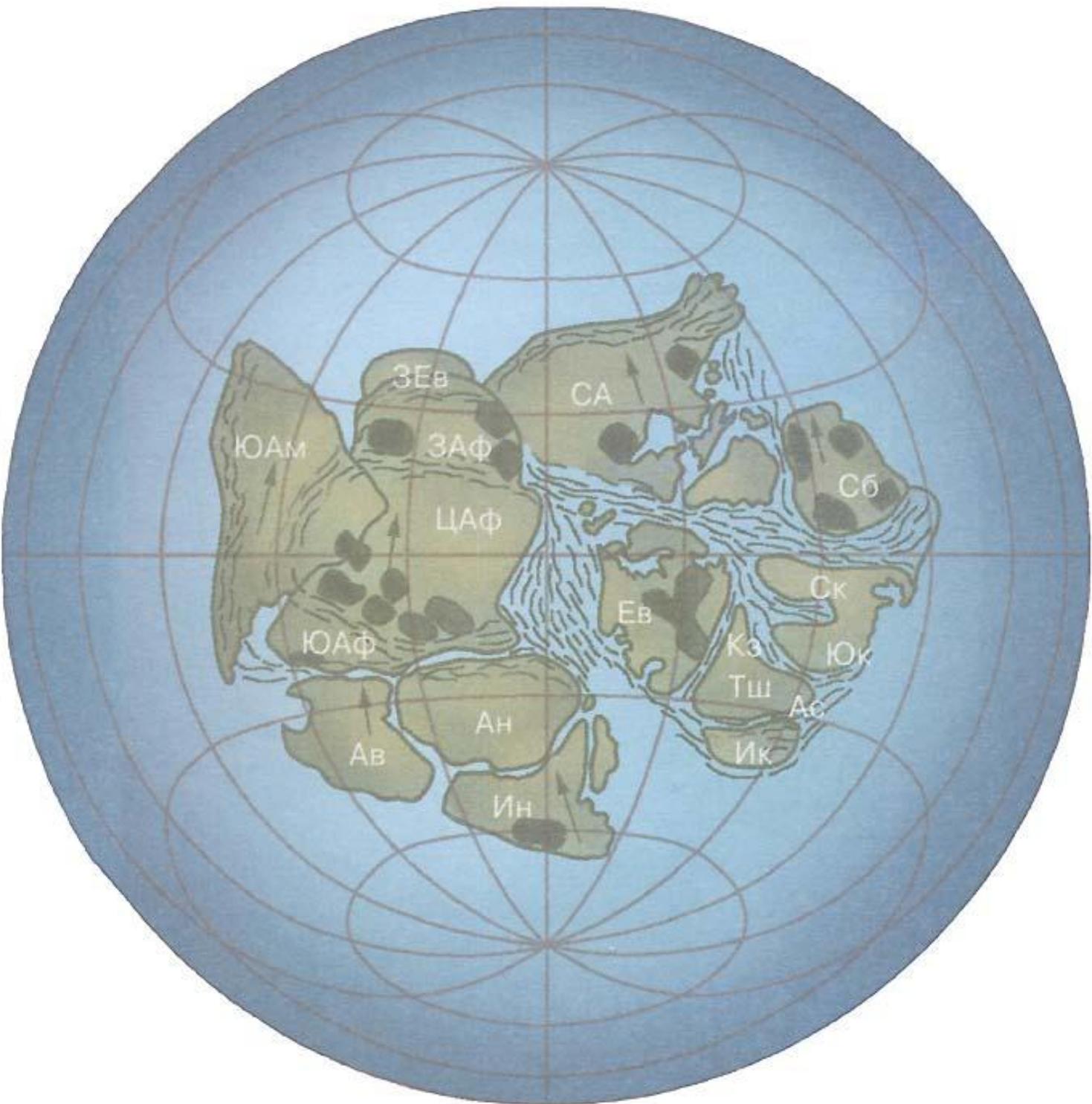
- 1 — иклина (Cliona);
- 2 — Calyx;
- 3 — Siphonochalina;
- 4 — Acanthella;
- 5 — Chondrilla;
- 6 — геодия (Geodia) с сидящей на ней змеехвосткой;
- 7 — Raspailia;
- 8 — Halichondria;
- 9 — Siphonochalina;
- 10 — пробковая губка (Suberites domuncula) и рак-отшельник;
- 11 — морской апельсин (Tethya aurantium);
- 12 — Hymedesmia;
- 13 — Axinella в сожительстве с моралловыми полипами (Parazoanthus axinellae);
- 14 — Haliclona;
- 15 — Axinella.



Около **1,4 млрд. лет** назад –
распад **МЕГАГЕИ**.

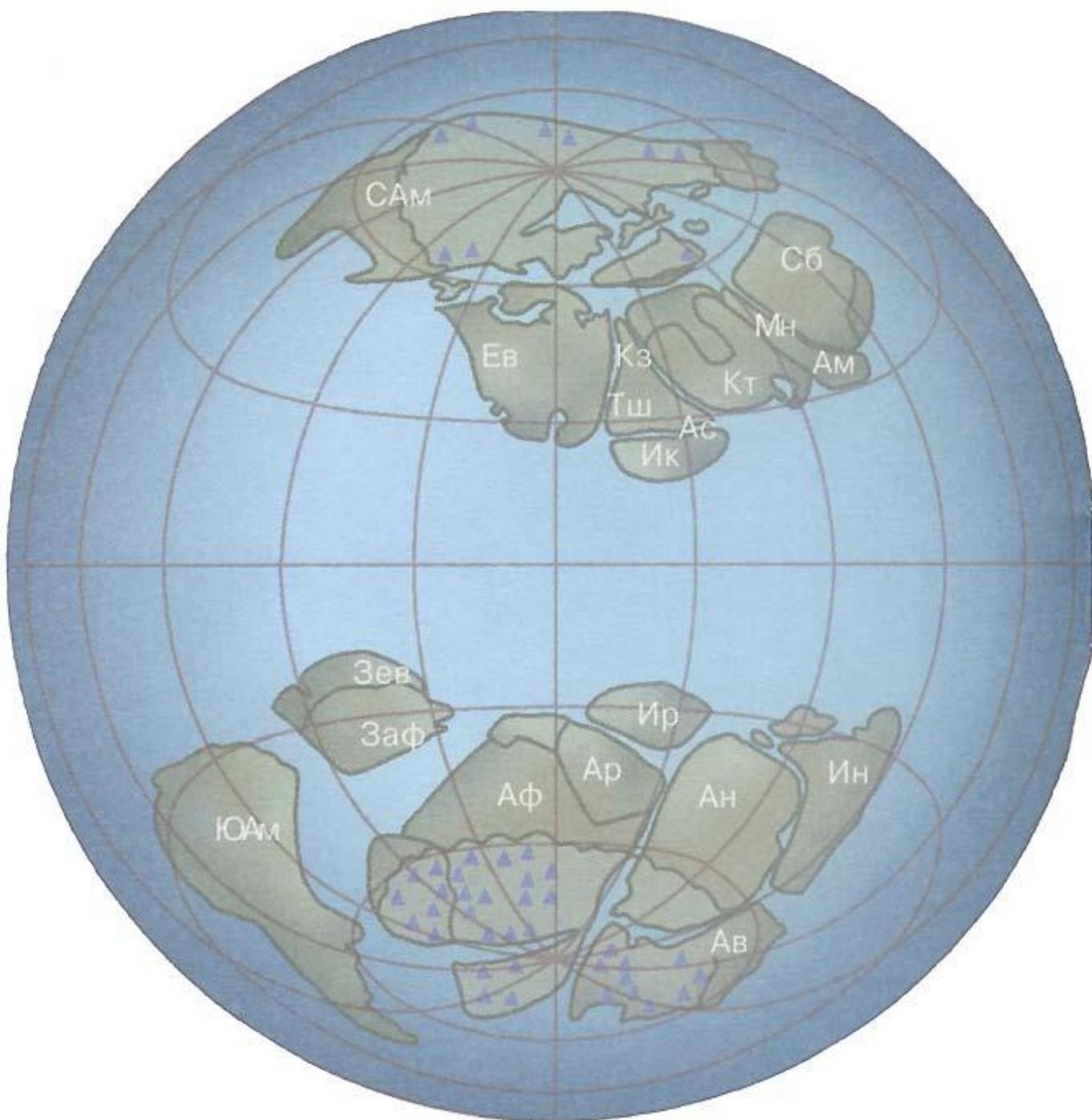


Около **1 млрд. лет** назад –
возникновение **МЕЗОГЕИ** из блоков
ранее распавшейся **Мегагеи**



**800-750 млн. лет назад. Распад
МЕЗОГЕИ на
ЛАВРАЗИЮ и ГОНДВАНУ.**

Палеоокеан Тетис



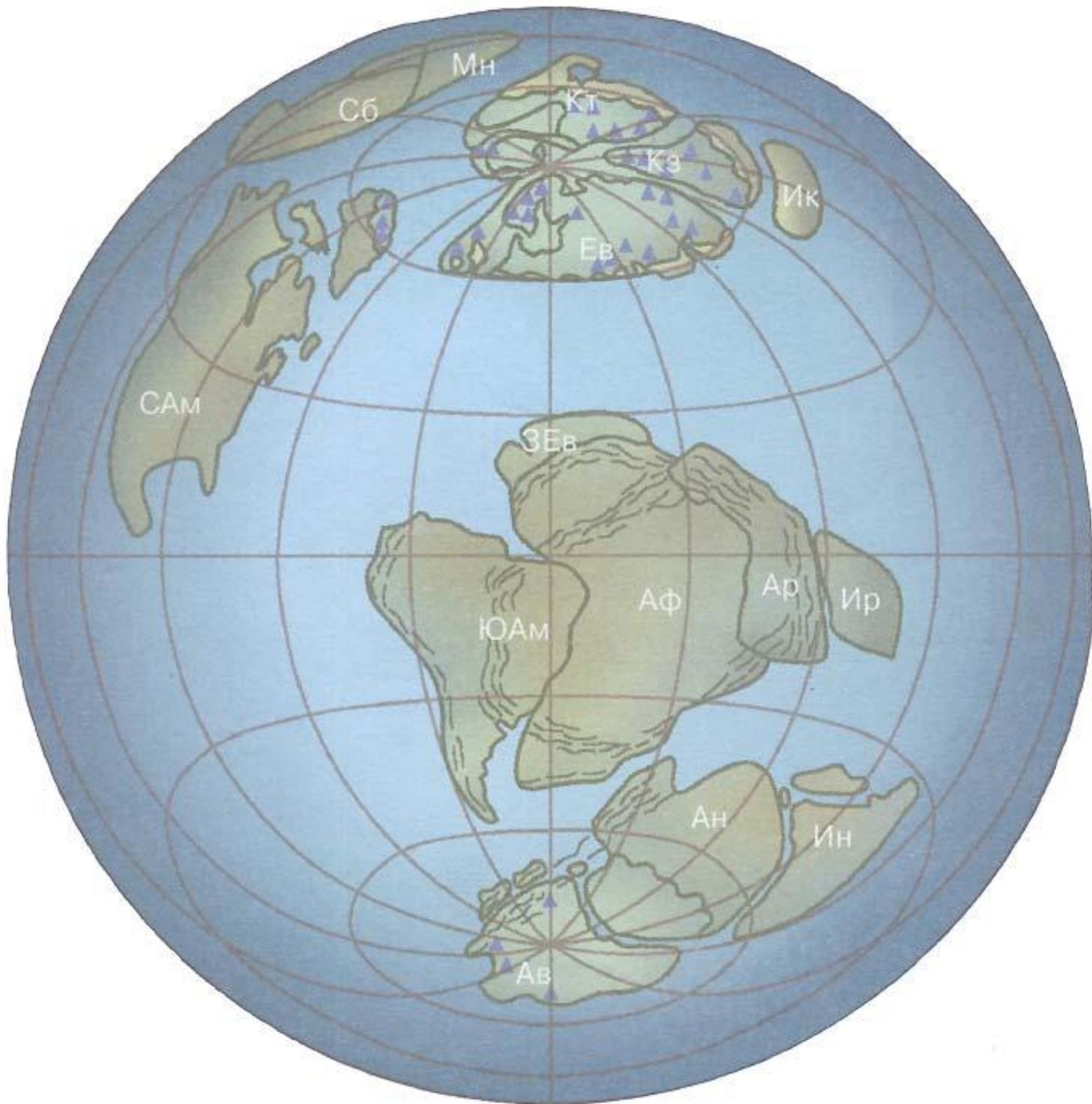
Мн — Монгольская плита; **Ам** — Амурская плита;

Ир — Иранская плита

650 млн. лет назад.

*Распад **ЛАВРАЗИИ И ГОНДВАНЫ***

Палеоокеан Япетус.

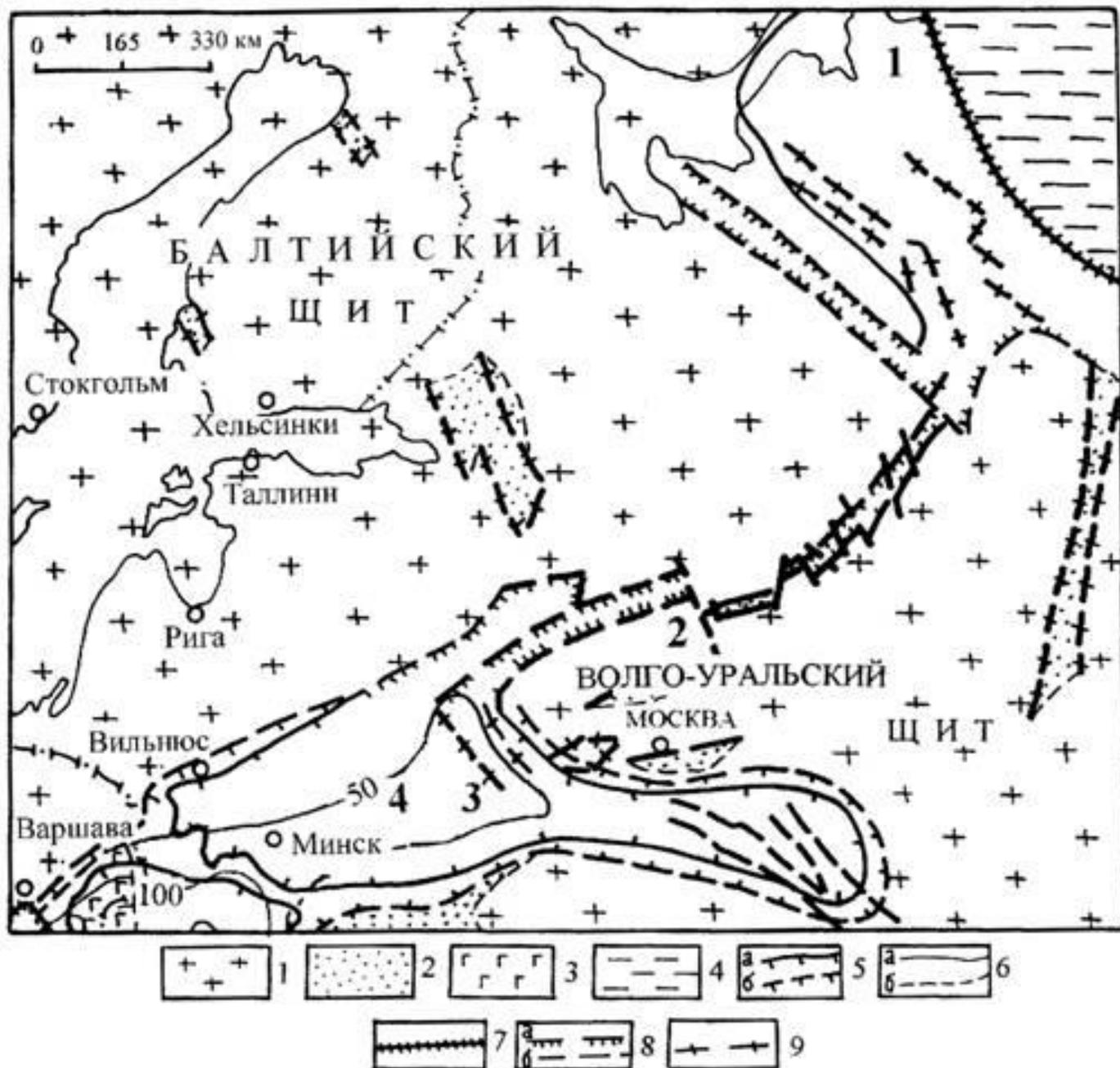


Ар — Аравийская плита

Палеотектоническая карта центра Восточно-Европейской платформы

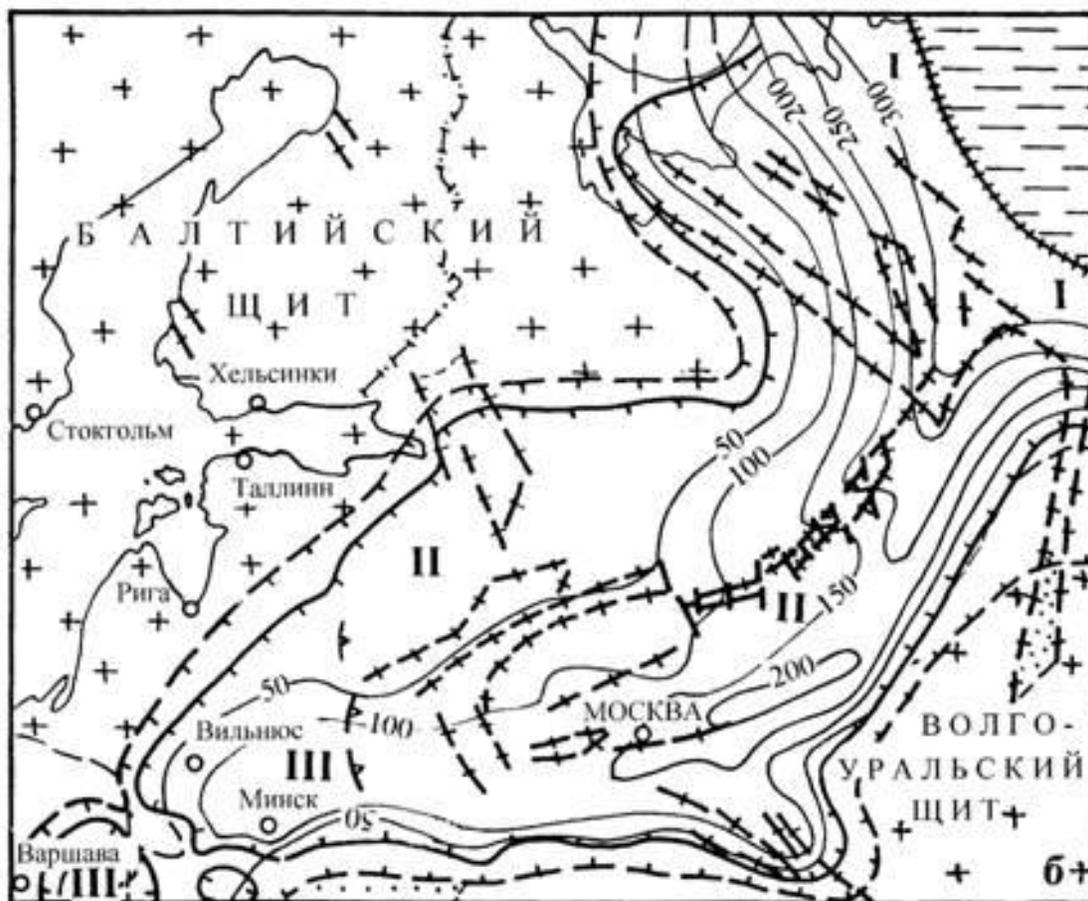
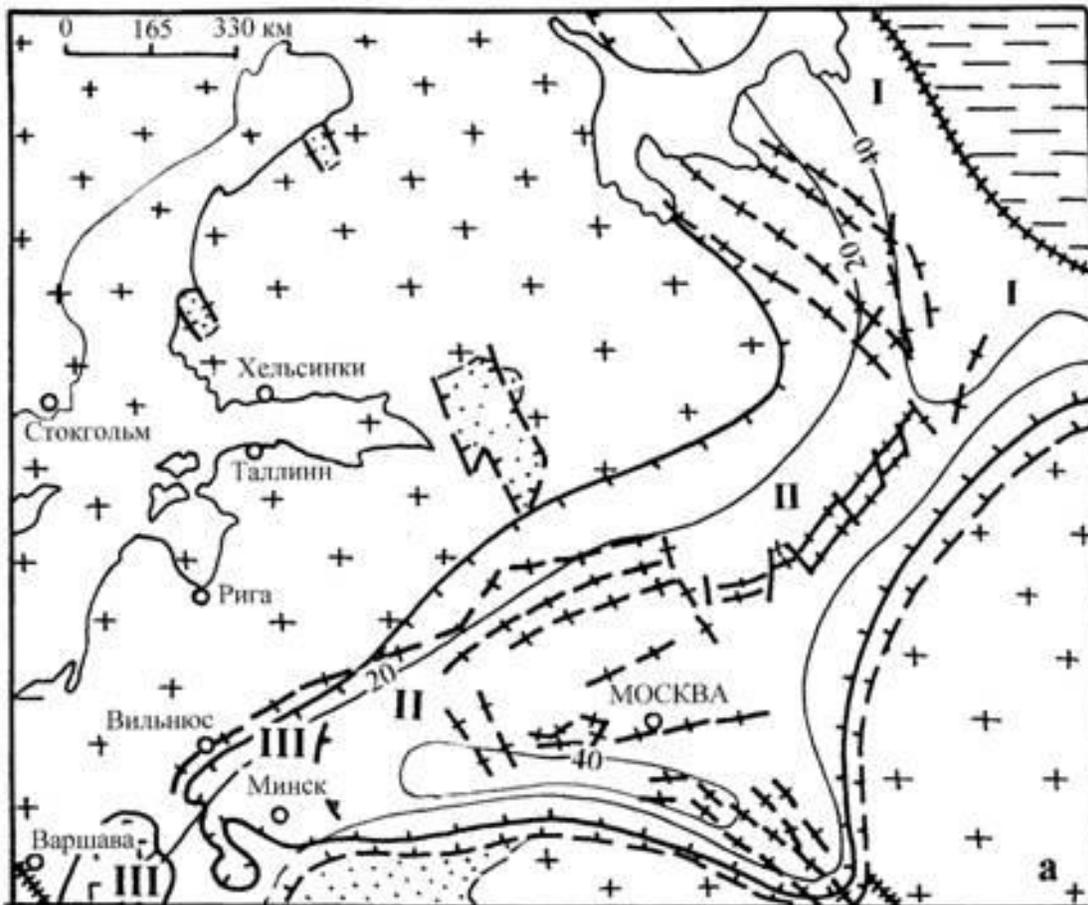
(Р. Г. Гарецкий, М. А. Нагорный)

Позднебайкальский этап



Волынская (ранневендская) фаза

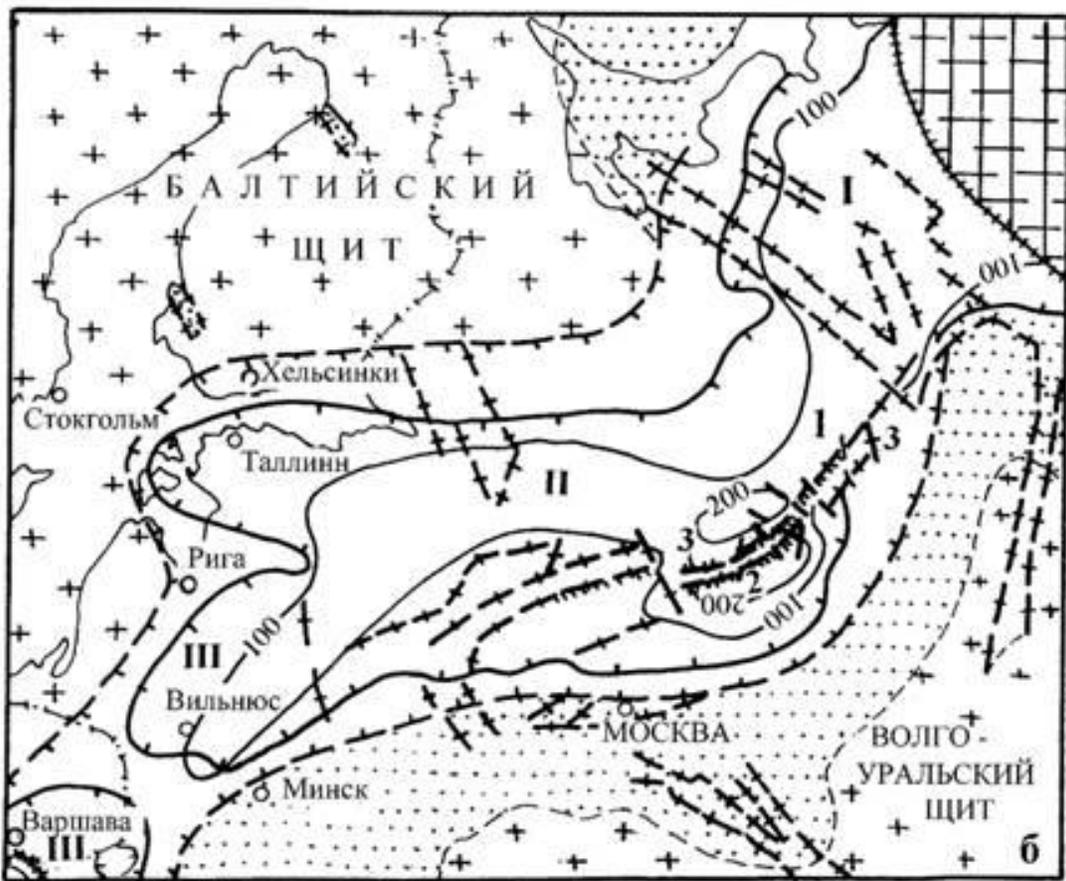
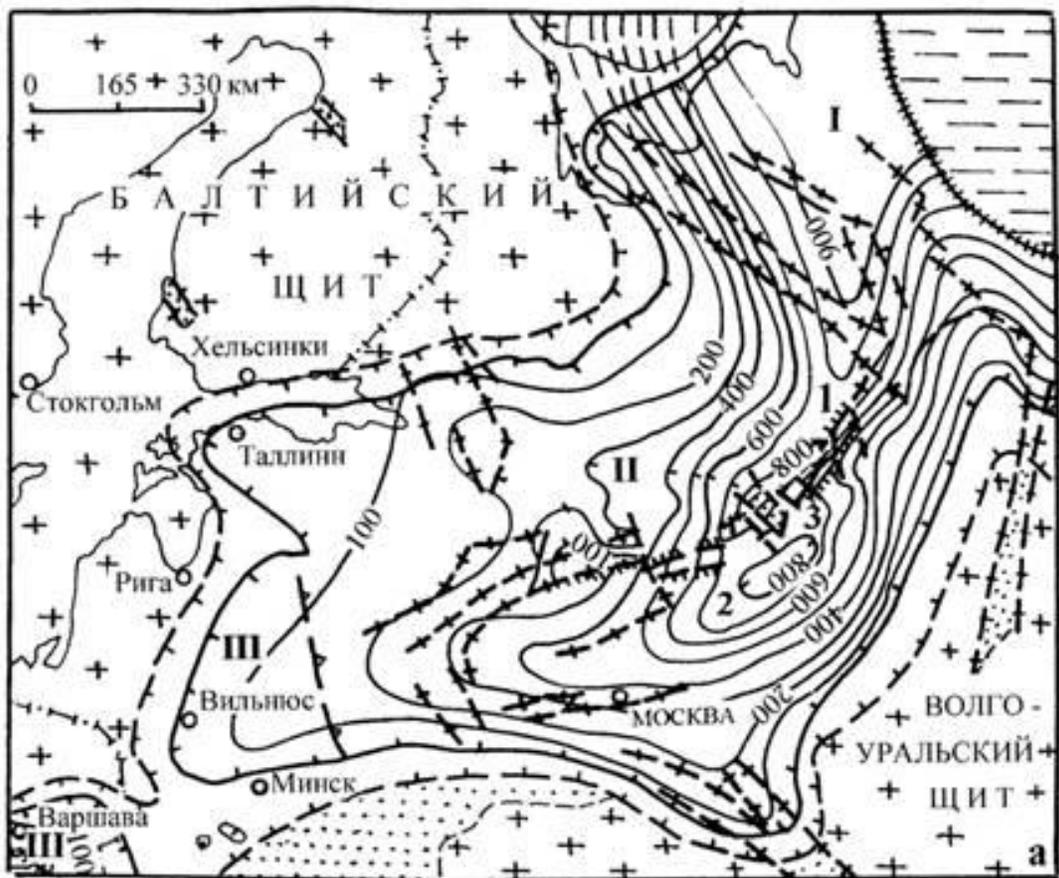
- 1 – фундамент; 2 – бывший ранее чехол; 3 – траппы;
4 – океанская кора; 5-6 – контуры и палеоизопахиты волынских образований, 7 – краевой шов платформы, 8-9 – разломы
1 – Скандинавско-Уральская зона перикратонных опусканий,
2 – Среднерусский авлакоген, 3 – Смоленско-Рязанский прогиб,
4 – Кобринско-Могилевский прогиб.



Валдайско-балтийский подэтап.

Ранне- (а) и позднеередкинская (б) подфазы.

I – Скандинавско-Уральская зона перикратонных опусканий;
 II – Московская синеклиза; III – Кобринско-Полоцкий прогиб.

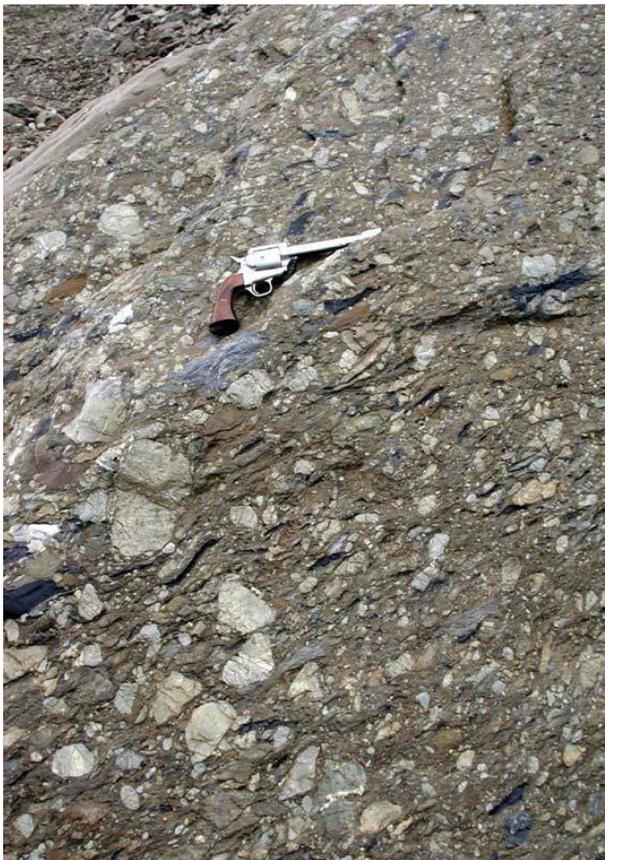


1

Котлинская (а) и балтийская (б) фазы. 1 – зона складчатости. Структуры: 1 – Грязовецкий (Грязовецко-Тотьминский) прогиб, 2 – Галичский прогиб, 3 – Рыбинско-Сухонский мегавал.



Отложения моря, суши, рек, гор, пустынь и ледников **(ТИЛЛИТЫ)** – *климат протерозоя разнообразен.*



**Тиллиты
Шпицбергена**

2,9 млрд. лет назад – первое оледенение (**Витватерсранд** и **Мозоан** Южной Африки).

2,4-2,2 млрд. лет назад – Северная Америка (**гуронское**), Европа (**Балтийский щит**), Индия, Южная Африка (**Трансвааль**), Западная Австралия.

Поздний протерозой:

- **950** млн. лет назад – **гнейсеское**;
- **800** или **700** млн. лет назад – **стертское**;
- **600** млн. лет назад – **лапландское** (**вендское, варяжское**).

ГЕОДИНАМИКА

Мультиплитная

Малых плит

Плитная

мантийно-плюмовый вулканизм
(max = потепления)

тепловой
баланс Земли

эксплозивный
вулканизм
(max = похолодания)

КЛИМАТ

безледниковый

эпизодически
ледниковый

периодически
ледниковый

-3,5 млрд лет

-2,9

-1

0

Ar₁

Ar₂

PR₁ + R₁₋₂

R₃ + V + PH

Климатические этапы:

I – безледниковый,

II – с редкими эпизодическими оледенениями,

III – с частыми и периодическими оледенениями.

Тенденция – увеличение роли ледникового климата (постепенное **похолодание** поверхности планеты).